

Diseño y construcción de un secador solar para frutas

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es elaborar un secador solar que no se ha contaminante como los secadores convencionales, y por lo tanto que sea amigable con el medio ambiente.

En el presente trabajo se diseñó, construyó y evaluó un prototipo de secador solar construido con materiales de bajo precio.

La construcción del secador resultó económica y adecuada para su utilización en la deshidratación de manzana, ya que hubo una disminución de humedad entre el 80 y 90% en el producto final. Por lo que consideramos que es una buena alternativa económica que se puede aplicar en nuestros hogares, en una siguiente fase del proyecto se consideraría realizar pruebas de secado de otros productos.

INTRODUCCIÓN

Para mantener en óptimas condiciones algunos productos como son frutas hortalizas es necesario garantizar un correcto proceso de secado. Algunos productores utilizan técnicas de secado sencillas: como la exposición directa a la luz solar sobre planchas de metal o láminas de plástico negro, pero este proceso es muy lento. El aprovechamiento de la energía solar para el secado solar de frutas y hortalizas mediante el uso de secadores solares, tiene antecedentes concretos en nuestro país.

La construcción de un secador solar se basa en la aplicación de una tecnología sencilla y apropiada para ser aplicada a nivel doméstico. Su aplicación permite la conservación de alimentos, como son las frutas y legumbres, que al ser deshidratados mantienen una gran proporción de su valor nutritivo original.

Consideramos que la utilización de un secador solar para el deshidratado de frutas proporciona varias ventajas desde el punto de vista práctico y económico. Además, podemos promover la utilización de energía renovable (solar) la cual tiene menores impactos ambientales que el de las fuentes convencionales.

Finalmente, en el presente trabajo se promueve la utilización de energía renovable mediante el diseño y construcción de un secador solar de frutas que sea de bajo costo y que se adapte a nuestras necesidades.

MARCO TEÓRICO

¿Por qué secar los alimentos?

Conserva los alimentos por mucho más tiempo, asegura la calidad de la alimentación, genera trabajo. Las frutas y otros alimentos, se pueden secar, guardar adecuadamente y preparar para la venta, de esta manera se puede abrir una nueva fuente de trabajo. La elaboración de frutas secas para consumo directo

es muy valorado por el azúcar y vitaminas que poseen. (Almada, *et. al.*, 2005).

Hoy en día el secado de vegetales y carne no tiene solamente una función de auto-abastecimiento como antes, sino que ofrecen una alternativa productiva y comercial para el mercado nacional e internacional. (Almada, *et. al.*, 2005).

Generalmente, las frutas y hortalizas se colocan sobre una manta, lona o tablas de madera o se cuelgan por un hilo al aire libre, en el sol o en la sombra, según el producto, sin embargo; este método presenta varios inconvenientes como que: es un proceso lento, los alimentos se secan mal, quedan expuestos al polvo, a insectos y otros animales que pueden deteriorarlos, se necesita una atención particular para proteger los alimentos, la exposición directa a los rayos del sol puede ser perjudicial en cuanto a su calidad, etc. (Almada, *et. al.*, 2005).

Algunos alimentos que se pueden secar son: granos de maíz, carne vacuna, plantas medicinales, hortalizas y frutas (chabacanos, manzanos, duraznos, uvas, moras, pulpa de coco, dátiles, higos, peras, fresas, etc.) (SAGARPA, 1998).

Calidad del secado

Para evitar o reducir el deterioro del producto durante y después el secado o mejorar su calidad de alguna forma, se le da un tratamiento previo al producto el cual consiste en un proceso físico y/o químico anterior al secado, existen los siguientes tipos de tratamientos previos: blanqueado, sulfitado, tratamiento de ácidos orgánicos, uso de bicarbonatos de sodio, agrietado, salado, almibarado, etc. (Almada, *et. al.*, 2005)

Preparación para el secado

Para que un fruto se seque rápido y de manera uniforme, hay que colocar el secador al sol una media hora antes de introducir los frutos previamente picados o rebanados (SAGARPA, 1998).

Un buen deshidratador debe mantener una temperatura estable de 35 a 60°C; por arriba de 60°C se puede perder una gran cantidad de vitaminas. Por abajo de 35°C se pueden conservar más vitaminas, pero si el ambiente es húmedo se favorece el crecimiento de bacterias y mohos, resultando un producto de mala presentación y posiblemente perjudicial para los consumidores. Para la deshidratación es esencial la ventilación, ya que lo importante no es calentar el producto, sino eliminar su humedad. Este proceso es fácil pero delicado y requiere de cuidados y condiciones específicas para obtener un buen secado, los productos tienen que ser colocados de tal forma que haya suficiente espacio entre las partes que los componen(Almada, *et. al.*, 2005, SAGARPA, 1998).

Determinación del fin del secado

El criterio más importante para definir el fin del secado es el contenido residual de humedad. La humedad es la cantidad de agua evaporable existente en un producto y se expresa con relación a su masa total o a su masa seca. Existen diferentes métodos para medir el contenido de humedad de un producto. La determinación directa del contenido de humedad implica medir la masa del producto y la masa seca correspondiente (moreno, 2000), por lo tanto se puede determinar el momento justo para finalizar el secado a través de la evolución del peso de una muestra de producto que se esta secando (Almada, *et. al.*, 2005)

La humedad presente dependerá del producto para obtener un secado adecuado la reducción de agua en vegetales debe ser aproximadamente del 80% y en frutos de 90%. Por lo que el tiempo dedeshidratado de frutas y verdurases muy variable, depende del tipo de alimento, el tamaño de los trozos o piezas que se estén deshidratando, la temperatura en el deshidratador y el nivel de humedad del aire (SAGARPA, 1998).

En condiciones favorables, la mayoría de verduras y hortalizas se deshidratan en 12 a 18 horas (1 a 3 días si se realiza en deshidratador solar). El deshidratado de frutas, debido al mayor contenido de agua de las mismas, toma algo más de tiempo, hasta 36 horas en algunos casos (2 a 5 días en deshidratador solar) (SAGARPA, 1998).

Es muy importante que se determine el momento exacto en el cual finalizar el proceso de secado y retirar los alimentos del deshidratador. Si el deshidratado es insuficiente, los productos se deteriorarán al poco tiempo de almacenamiento con la consecuente pérdida de esfuerzo, tiempo y dinero. Si por el contrario, un alimento se deshidrata excesivamente, el producto resultante suele adquirir textura y/o color poco aceptable y en general presentará una baja calidad.

Para determinar el final del secado se determina la pérdida de peso del producto que se está deshidratando, de aquí la importancia de tener registrado el peso inicial neto de los alimentos a deshidratar (P_f).

Para determinar el punto final del secado es necesario conocer los siguientes conceptos:

Contenido residual de humedad (H_s): Es el porcentaje de humedad recomendable que debe tener el producto seco, para garantizar una óptima calidad y condiciones de conservación. El H_s varía en función del tipo de alimento y sus valores pueden encontrarse en tablas de tecnología de alimentos.

Humedad del producto fresco (H_f): Es el porcentaje de agua que contiene el alimento antes de ser sometido al proceso de secado, su valor puede encontrarse de forma similar al H_s .

El punto más importante para definir el final del deshidratado de frutas y verduras es el contenido residual de humedad (H_s), el cual no debe superar los valores recomendados.

En la Tabla 1 se encuentran los valores de humedad del producto fresco (H_f) y su correspondiente contenido de humedad residual (H_s), así mismo se muestran las temperaturas máximas tolerables en °C para el deshidratado de fruta y verduras de uso habitual.

Tabla 1. Porcentajes de humedad residual (H_s) y humedad de producto fresco (H_f) de algunas frutas y verduras

Producto	H_f (%)	H_s (%)	Temp. máxima °C
Melocotón	85	18	60
Manzana	84	14	50
Higo	80	16	65
Banana	80	15	70
Uva	80	15 – 20	55
Mango	85	12 – 16	65
Tomate	95	8	65
Zanahoria	70	5	60
Ajo	80	8 -10	55
Cebolla	80	4	55
Apio	94	12	60
Pimiento	87	8	55

Tomada de gastronomía solar

Tipos de Secadores Solares

Los secadores solares constan de dos elementos básicos son: el colector, donde la radiación calienta el aire, y la cámara de secado, donde el producto es deshidratado por el aire que pasa. El aire circula dentro del secador con el fin de eliminar la humedad evaporada del producto. Esta circulación se logra por dos métodos: circulación forzada y por convección natural (Almazar y Muñoz, 1994; Moreno, 2000). En general existen tres diferentes tipos de secadores solares: indirecto, directo y mixto. La forma de operar un secador da lugar a dos alternativas: por lotes o continuo (Almazar y Muñoz, 1994).

Secador solar indirecto (ver Figura 1): el colector y la cámara de secado están separados. El aire es calentado en el colector y la radiación no incide sobre el producto colocado en la cámara de secado. La cámara de secado no permite la entrada de la radiación solar (Moreno, 2000).



Fig. 1 Secador indirecto.

En la Figura 2 se muestra el **secador solar directo**, en este tipo de secador, el colector y la cámara de secado, pueden estar juntos, en cuyo caso la cámara que contiene el producto también cumple la función de colector recibiendo la radiación solar. En los secadores solares directos la radiación es absorbida por el propio producto, resultando más efectivo el aprovechamiento de la energía para producir la evaporación del agua (Moreno, 2000)

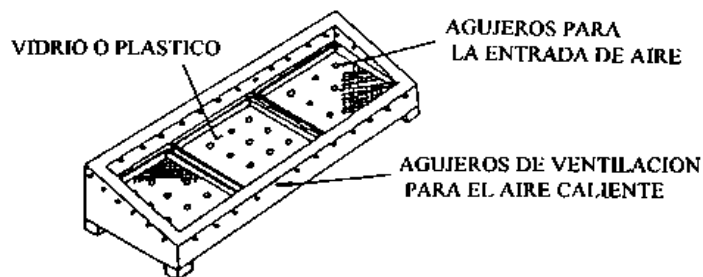


Fig. 2 Secador solar directo

Secador solar Mixto: son aquellos donde la colección de radiación utiliza tanto en el colector solar previo a la cámara de secado como en la misma de secado. El secador solar mixto presenta varias ventajas; en primer lugar el control del proceso es más simple. Es fácil de integrar una fuente auxiliar de energía para construir un sistema hídrico (Moreno, 2000, Almada, *et. al.*, 2005)



Fig. 3 Secador solar Mixto

El secador a construir dependerá de las necesidades del consumidor y del tipo de producto que se desee deshidratar, un secador solar puede ser rústico y constar de una cubierta de plástico para encerrar el calor del sol y lograr el efecto de invernadero, también se pueden colocar cristales y usar pintura negra para elevar la temperatura en el interior del secador; la desventaja de este último es que se incrementan los costos. Hay secadores con resistencias eléctricas, aún mucho más costosos. En el mercado actual los secadores se cotizan entre los \$20,000.00 a \$30,000.00 por los fabricantes de equipos agroindustriales (Rico, 2010).

La SAGARPA (1998) recomienda construir los secadores de madera, ya que los secadores metálicos pueden causar reacciones con los frutos, sobre todo con aquellos que son ácidos, incluso pueden ser contaminados por el metal, con riesgos para la salud.

Tiempo de secado

El tiempo de secado de las frutas y hortalizas depende de varios factores tales como: tipo de producto, tamaño de los trozos, temperatura del aire, humedad relativa del aire, velocidad del aire. (Almada, *et. al.*, 2005)

Para el secado se deben de tomar en cuenta tres etapas distintas:

1. La etapa inicial de secado del producto, en la cual la rapidez con la cual se elimina humedad en función del tiempo aumenta.
2. La rapidez del secado permanece constante y es independiente del sólido, de modo que para las mismas condiciones externas, el proceso es similar al que se daría en la superficie de una masa de agua.
3. Una vez que la humedad superficial ha sido eliminada, la humedad interna comienza a ser eliminada pero, en consecuencia, la rapidez del secado disminuye a medida que se va perdiendo humedad interna por evaporación en la superficie (Moreno, 2000; SAGARPA, 1998).

Entre más breve sea el tiempo de secado mejor es la calidad del producto, sin embargo más importante que deshidratar rápidamente, es que los alimentos estén adecuadamente secos antes de almacenarse.

Flujo de aire

La optimización del flujo del aire es importante, ya que es el aire en contacto con el producto el encargado de extraer su humedad. La temperatura inicial y la corriente de aire descienden conforme avanza en el secado. En un proceso eficiente y dado que la circulación de aire lleva un costo, es necesario determinar el flujo másico de aire óptimo para secar el producto en el menor tiempo posible, el cual va a depender de la naturaleza del producto, tipo de secador, etc. Si se conocen las temperaturas existentes en diversos puntos del secado, se puede determinar aproximadamente que tan correctamente esta trabajando la corriente de aire de entrada (Moreno, 2000).

Tipos de circulación de aire

El aire circula dentro del secador con el fin de eliminar la humedad evaporada del producto. Esta circulación se logra por dos métodos: circulación forzada y por convección natural.

En la circulación forzada el aire es movido por un ventilador que consume energía mecánica o eléctrica. Este tipo de circulación facilita el diseño en el secado en el caso de los equipos de tamaño grande, además de facilitar el control del proceso de secado. Usando este tipo de circulación se pueden obtener velocidades de circulación de aire entre 0.5 y 1 m/s.

En la circulación por convección natural el aire es movido por las diferencias de temperatura entre las distintas partes del equipo, que promueven la convección térmica del aire. Este tipo de circulación se hace más difícil de incorporar con equipos grandes. Para equipos pequeños o medianos se pueden lograr velocidades de aire de 0.4 a 1 m/s al interior de la cámara (Moreno, 2000).

OBJETIVOS

- ❖ Diseñar y construir un prototipo de secador solar de bajo costo, que proporcione una alternativa de conservación de frutas.
- ❖ Disminuir el impacto ambiental al utilizar la energía solar en lugar de hidrocarburos.
- ❖ Utilizar material de bajo costo
- ❖ Obtener productos secos de buena calidad y que puedan ser comercializados.

PROBLEMA

Una actividad que se ha llevado a cabo desde tiempos antiguos y hasta nuestros días, es el secado de plantas medicinales, granos y carnes como método de conservación para asegurar la disponibilidad de los productos alimenticios y medicinales durante todo el año. Hoy en día el secado de vegetales y carne no tiene solamente una función de auto-abastecimiento como antes, sino que ofrecen una alternativa productiva y comercial para el mercado nacional e internacional.

El método tradicional de secado implica colocar las frutas y hortalizas sobre una manta lona o tablas de madera o se cuelgan por un hilo al aire libre, en el sol, pero este método presenta varios inconvenientes como que: es un proceso lento, los alimentos se secan mal, quedan expuestos al polvo, a insectos y otros animales que pueden deteriorarlos, se necesita una atención particular para proteger los alimentos, la exposición directa a los rayos del sol puede ser perjudicial en cuanto a su calidad, etc.

Por lo que consideramos la aplicación de una tecnología sencilla como la construcción de un secador solar que se pueda aplicar en nuestros hogares, una alternativa viable para la conservación de alimentos, como son las frutas y legumbres.

Por otro lado, podemos obtener un valor agregado del producto, si compramos productos en temporada, cuando son más baratos, y se conservan deshidratados para comercializarlos cuando estén fuera de época.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

En la tabla 2 se describe el material y equipo que utilizamos para la construcción y las pruebas realizadas en el secador.

Tabla 2. Materiales y equipo utilizado.

EQUIPO	MATERIALES
Balanza analítica. Marca AND, modelo HR-200. 210 ± 0.1 mg	Madera.
Taladro.	Pintura en aerosol color negra.
Estufa de cultivo, marca RIOSSA	Vidrios transparentes.
Segueta	Fruta, en este caso, manzana.
Sensor de temperatura marca VERNIER	Tornillos.
	Malla
	Sellador de madera. (evitando la absorción de esta)

Para diseñar el secador solar y definir lo mejor posible las características necesarias del equipo realizamos una búsqueda de información sobre diferentes tipos de secadores solares y su principio de funcionamiento. Esta búsqueda se hizo en internet y artículos que hablaban sobre el tema.

Posteriormente se elaboró un diseño preliminar del secador (Figura 4) decidimos realizar un secador mixto, esto nos permitió identificar los componentes principales del secador solar, los cuales básicamente son: el colector solar y la cámara o cajón de secado.

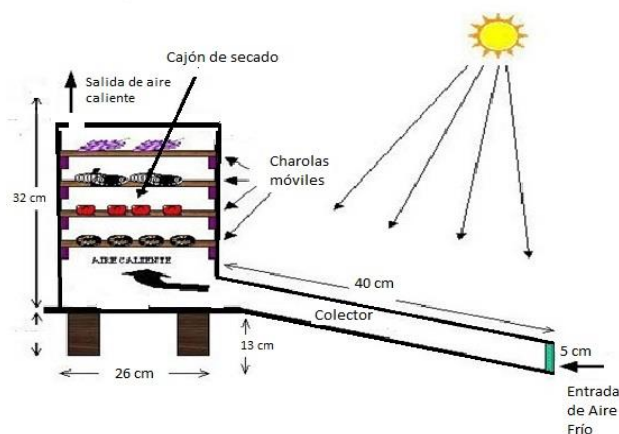


Fig. 4 muestra el diseño y proceso al que se somete la fruta.

Construcción del secador

Uno de los requisitos que buscamos del secador es que fuera de fácil manejo y los costos no fueran elevados. La forma como se construyeron los dos principales componentes se describe a continuación:

Colector solar.

Utilizamos una tabla de madera de 40 cm de largo y dos tablas de madera de 40X5 cm para que sirvieran de soporte del vidrio, las partes del frente y trasera se dejaron abiertas para que funcionen como entrada y salida del aire. Se pintó la base de color negro y posteriormente, se colocó un vidrio en la parte superior el cual se fijó con silicón para evitar que se deslice, dado que el colector tendrá una posición inclinada.

Cámara de secado.

Utilizamos tablas de madera de 32 x 29 cm para formar la cámara de secado, en la tapa superior se realizaron las perforaciones para la chimenea, la parte trasera se unió con una bisagra para que el manejo de las muestras sea más fácil, se colocaron guías para colocar las bandejas de secado, las charolas las construimos con un bastidor de madera y malla de tal forma que puedan lavarse cada vez que

vaya a colocarse alimento. Posteriormente la caja se pintó de color negro (figura 5).

Fig. 5 Pintado de la cámara de secado



En la parte de enfrente se colocó un vidrio pero se dejó una abertura de 5 cm de ancho para el paso del aire caliente proveniente del colector solar.

A continuación se describen las dimensiones precisas de secador solar:

Nuestro secador está formado por una cámara de secado que consiste en una caja cerrada dentro de la cual se colocan 4 charolas de 21x31cm con malla que permiten el flujo de aire caliente a través de los alimentos. Su función es el secado de los alimentos, éste se lleva a cabo por circulación del aire caliente proveniente del colector solar. La cámara es de color negro y tiene un vidrio en el frente que permite el paso de energía solar, las medidas de la cámara de secado son de largo 32 cm, de ancho 29 cm y de profundidad 26 cm. En la figura 6 se muestra la cámara de secado.



Fig. 6 Cámara de secado.

En la figura 7 se observa que la cámara de secado tiene dos orificios de 6x4 cm para la salida del aire caliente con la humedad extraída de los alimentos, los cuales funcionan como chimenea.

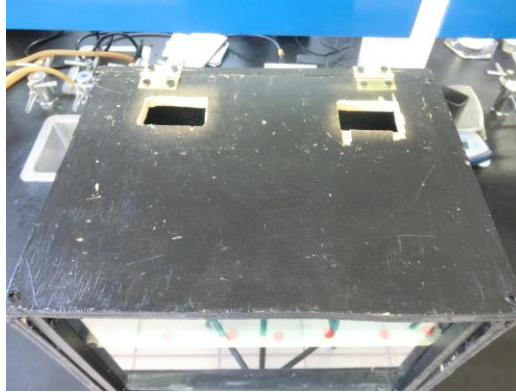


Fig. 7 muestra los orificios tipo chimenea.

Utilizamos un colector solar del tipo de colector plano, su función es calentar el aire dentro de una caja cubierta con un vidrio, en la cual se incrementa la temperatura del aire que se encuentra en su interior como resultado del efecto invernadero. Para mejorar el aprovechamiento de la captación de calor, el fondo de la caja se pinta de color negro mate. El colector se colocó inclinado y en la parte inferior tiene una entrada de aire a temperatura ambiente, en la parte superior tiene una salida para emisión del aire caliente hacia la cámara de secado.

En la Figura 8 se muestra el colector de energía que tiene las siguientes dimensiones 40cm de largo, 32.5cm de ancho con 5cm de alto. A este recolector se le incorporaron unas tablas que nos ayudaban a la inclinación con medidas de 13cm de alto (figura 9).

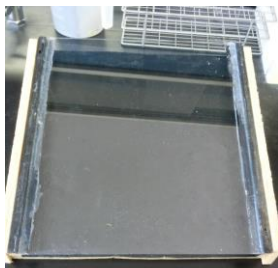


Fig. 8 muestra el colector de energía solar.

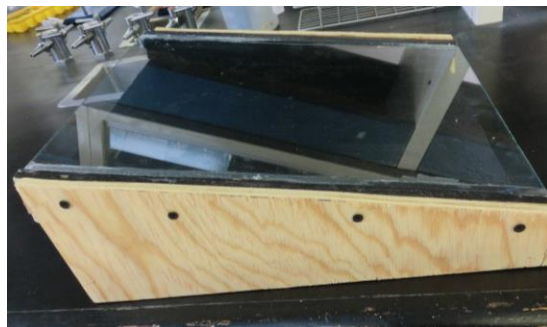


Fig. 9 vista lateral del colector

En las figuras 10 y 11 se muestra el secador solar terminado



Fig. 10 Se observa la disposición del colector y de la caja de secado



Fig. 11 Se observa el secador terminado

De esta manera se muestra el funcionamiento, la forma de secar y todos los elementos que componen al secador solar utilizado, al no ser muy elevados los costos que se requieren para realizar el secador es fácil llevarlo a cabo, una de las ventajas es que no contamina además de que el material es de fácil adquisición.

Costos del proyecto

El costo para la construcción del secador solar fue bajo. Si bien las dimensiones del secador solar son reducidas, los resultados obtenidos son bastante buenos. A continuación se presenta una lista de los componentes utilizados; podemos observar que el material que tuvimos que comprar fue mínimo.

En la tabla 3 se puede observar que gran parte del material a utilizar lo podemos encontrar fácilmente y los su costos son mínimos. En total gastamos \$ 808 pesos. Muy barato, básicamente lo que se invierte es trabajo para armarlo y no requiere de herramientas especialidades.

Tabla 3. A continuación se muestran los costos para la realización del secador

MATERIAL	PRECIO \$
Madera	380
Tramos de madera para travesaños	100
Malla	50
Tornillo para madera de 1"	16
Dos bisagras	20
¼ de sellador para madera	70
Pintura en aerosol color negra	80
Vidrios	80
Brochas	12

Pruebas realizadas

Durante 4 días se registró la variación de la temperatura dentro de la cámara de secado con un sensor de temperatura, con la finalidad de tener las temperaturas máximas que se podrían alcanzar.

Posteriormente, se realizaron algunas pruebas de uso para evaluar la utilidad del secador

Primero se determinó la humedad únicamente al inicio y al final del secado, es

decir se colocaron seis muestras previamente pesadas durante 12 h y se determinó la humedad final al transcurrir este tiempo.

Posteriormente, se realizó un estudio de la cinética en la deshidratación de manzanas en el secador solar y se comparó con el secado en estufa.

Acondicionamiento de la muestra

La fruta que utilizamos para la realización de las pruebas fue manzana, la muestra de Manzana fresca se obtuvo del mercado, fue lavada y troceada manualmente en rodajas de aproximadamente 5 cm de diámetro y 0.5 cm de espesor, con un peso de 7 a 8 g aproximadamente (figura 13), también se utilizaron cubos de 1 cm x 1 cm con un espesor de 0.5 cm, que tenían un peso aproximado de 1 g (figura 12).

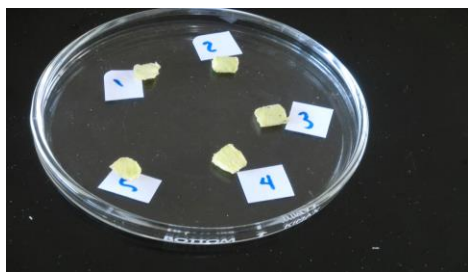


Fig. 12 muestras en cubos.

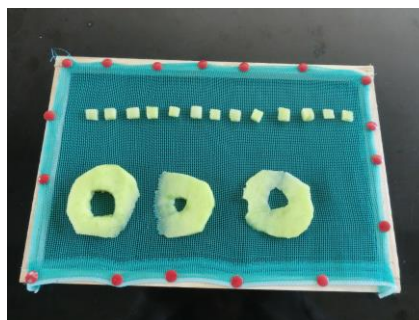


Fig. 13 Muestra utilizadas en las pruebas

Con la finalidad de evitar el oscurecimiento de la fruta, previo al secado las muestras de manzana fueron escaldadas en agua hirviendo durante 2 minutos, y posteriormente se colocaron en agua fría como se muestra en la imagen 14.



Fig. 14 se muestra el escaldado de las manzanas.

Análisis del contenido de humedad en estufa. En una caja Petri se colocaron aproximadamente 7 a 8 gramos de la muestra en rodajas previamente escaldada, y cubos de aproximadamente 1 g, se introdujeron a la estufa durante 5 horas a 50°C como se muestra en la figura 15.



Fig. 15 Determinación de la humedad de muestras de manzana en estufa

Deshidratación de la manzana en secador solar.

El secador solar se colocó sobre una mesa de madera en la explanada de SILADIN, se introdujo la charola al secador con las muestras previamente pesadas y se tomó la temperatura inicial (Figura 16).



Fig. 16. Disposición de la charola en el secador solar

Cabe mencionar que al momento de colocar la fruta, las charolas deben estar perfectamente lavadas, estas no deberán estar completamente llenas de fruta,

porque de este modo se obstruiría el flujo de aire a través de las charolas (Figura 17).

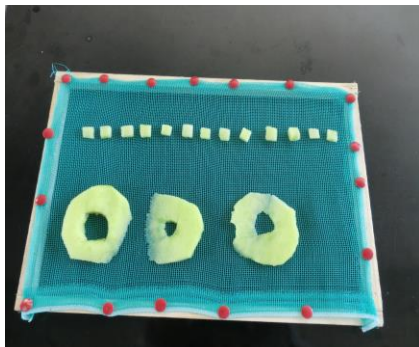


Fig. 17 muestra las charolas con el espacio adecuado.

Se realizó el estudio durante 8 h. Cada hora se sacó la muestra del secador y se pesó en la balanza analítica para registrar los cambios de peso en las muestras (Figuras 18 y 19) y conocer la variación de humedad en el transcurso del tiempo.

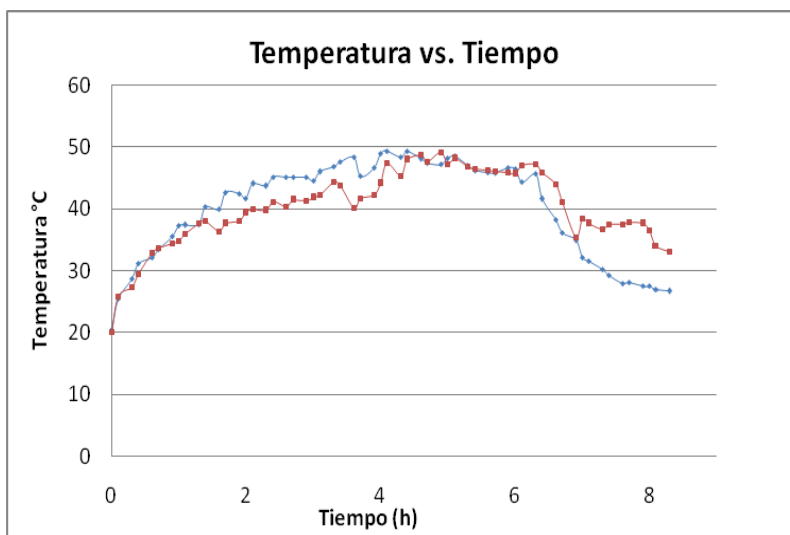


Fig. 18 y 19. Muestran el procedimiento para la determinación de humedad

Estas pruebas se realizaron durante varios días para comprobar que el comportamiento fuera similar en todos los casos.

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Del primer experimento en el cual únicamente se determinó la variación de la temperatura en el tiempo se obtuvo la gráfica 1, la cual muestra la variación de la temperatura durante 8 horas, considerando que la hora 0 se comenzó a tomar a las 8:30 se puede observar que a medio día se obtienen las temperaturas máximas las cuáles varían entre 44 y 48°C. Se observa un comportamiento similar de la temperatura en días diferentes.



Gráfica 1. Temperatura dentro de la cámara de secado vs. tiempo

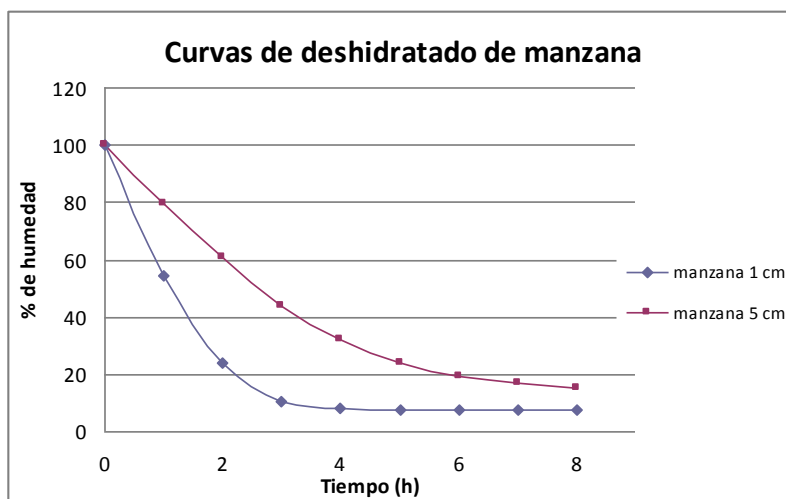
En la determinación de humedad del segundo experimento se observó que después de 12 h la humedad promedio de las seis muestras que colocamos a deshidratar era de aproximadamente de un 81.33%

En la tabla 4 se muestran los valores de humedad residual presente en las muestras de manzana la cual varía entre el 7 y 10%, se puede observar que la humedad residual obtenida en nuestro proceso es muy cercana a la reportada en tablas como deseable para el termino del secado la cual es del 14% .

Tabla 4. Porcentajes de humedad residual obtenidas en el proceso de secado.

Tiempo	% humedad perdida	% humedad residual (Hs)
0	100	0
1	45	54
2	75	24
3	89	10
4	92	7
5	92	7
6	92	7
7	92	7
8	92	7

En la Gráfica 2 se observa que logró una deshidratación de manzana del 90% para los cubos de manzana, por otro lado, se aprecia que a mayor tamaño de la muestra la deshidratación es más lenta por lo que requeriríamos un mayor tiempo de secado.



Gráfica 2. Curvas de deshidratado de manzana

Se realizó una prueba en una estufa de cultivo, dejándolas por aproximadamente 5 horas, en las cuales se notó que hubo una pérdida de humedad notable en las

muestras, y se determinó que la humedad en las muestras de 5 cm de diámetro, fue de un 91.45% mientras en las muestras de 0.5 de espesor y 1x1 cm hubo una pérdida de humedad de 94.07%

CONCLUSIONES

Se logró el objetivo de la construcción del secador solar de bajo costo y no contaminante.

Hubo una disminución de humedad notable en manzana entre el 80 y 90%. Comparado con otros métodos el secador diseñado es una alternativa viable debido a sus bajos costos, además es de sencilla construcción y fácil transportación debido a sus dimensiones.

A lo largo del proyecto aprendimos que el deshidratado de frutas mejora la alimentación y la economía, ya que podemos reducir el consumo de productos chatarra. Además, es una manera de ayudar al planeta al no utilizar combustibles. Se recomienda realizar pruebas posteriores con otro tipo de frutas.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Almada, M., Stella, M., Machaín-Singer, M., y Pulfer, J. 2005. Guía de uso de secadores para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Asunción, Paraguay. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Guiasecaderosolar.pdf>

Erenovable, 2014. Energía solar ventajas y desventajas Recuperado de <http://erenovable.com/energias-renovables-ventajas-y-desventajas/>

Finder componentes. 2011. El mundo sustentable de las energías renovables.

Recuperado

de:

http://www.findernet.com/sites/all/files/user_70/ar_wp_energias_renovables.pdf

Gastronomía solar, 2010. <http://www.gastronomiasolar.com/deshidratado-de-frutas-y-verduras/>

Grupo Ciudadano, 2011. Construcción de un secador solar de frutas y verduras: una experiencia ciudadana. Cuernavaca, Moleros, México. Recuperado de: http://labioguia.com/wp-content/uploads/2012/08/ReporteGCC_DS_final.pdf

Moreno, G. 2000. Manual de construcción y operación de una secadora solar. Recuperado de http://cbi.izt.uam.mx/iph/archivos_profesores/50/archivos/4f197.pdf

Rico, E, Pérez, A., Ruiz, Ma. de la L., Robledo, L. 2010. Innovación en el Diseño y Construcción de un Secador Solar para frutas y hortalizas. Presentado en el XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Guanajuato, México.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). 1998. Procesamiento de frutas y verduras a nivel casero.

Recuperado

de:

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Procesamiento%20de%20frutas%20y%20verduras%20a%20nivel%20casero.pdf>